



# EVALUASI EFISIENSI KINERJA UNIT CLEARTAOR DI INSTALASI PDAM NGAGELI SURABAYA

*RB. Rakhmat Anjar P. - 3307100046*

Dosen Pembimbing:  
Prof. Dr. Ir. Nieke Karnaningroem, M.Sc

# PENDAHULUAN

- **Latar Belakang**

Diperlukan sebuah instalasi pengolahan air minum (IPAM) yang mampu mengolah dalam berbagai kondisi kualitas air baku yang terjadi. Pada Instalasi PDAM Ngagel I, terdapat unit bangunan pengolah yang mempunyai tugas penting sebagai penjernih dalam sistem pengolahan air bersih, yaitu Clearator

- **Rumusan Masalah**

Mengevaluasi efisiensi kinerja unit Clearator di Instalasi PDAM Ngagel I sehingga didapatkan point penting yaitu kualitas kekeruhan air efluen Clearator, volume pembuangan lumpur otomatis Clearator, kinerja tube settler Clearator, pemeliharaan unit Clearator, dan analisa kinerja unit Clearator



- **Ruang Lingkup**

- Wilayah studi adalah di Instalasi PDAM Ngagel I Kota Surabaya dan secara khusus pada unit Clearatornya.
- Data primer yaitu: Kualitas air baku dan air produksi Instalasi PDAM Ngagel I, Kualitas air minum (Kekeruhan, Zat Organik, pH) pada efluen unit Clearator instalasi PDAM Ngagel I, sedangkan data sekunder yaitu: Kondisi eksisting Instalasi PDAM Ngagel I, Kualitas kekeruhan air efluen Clearator, Volume pembuangan lumpur otomatis Clearator, Kinerja tube settler Clearator, Pemeliharaan Clearator, Analisa kerja Clearator.
- Baku mutu yang digunakan adalah Kepmenkes RI No 907/MENKES/SK/VII/2002 tentang syarat - syarat dan pengawasan kualitas air minum.

# TINJAUAN PUSTAKA

- Karakteristik Air Baku
- Air Bersih dan Air Minum
- Parameter Kualitas Air Minum
- Clarifier
- Clearator
- Proses Pengolahan Air Minum
- Bahan - Bahan Kimia



## • Karakteristik Air Baku

### Syarat Kualitas

- Fisik (Suhu, Rasa dan Bau, Warna, Kekeruhan, Zat Padat Terlarut)
- Kimia (pH, Zat Organik dan Anorganik, Kadar Mineral)
- Biologis (bebas dari patogen dan mikroorganisme)

### Syarat Kuantitas

Air baku yang digunakan harus mampu memenuhi jumlah kebutuhan

### Syarat Kontinuitas

Keberadaan air harus terjaga dan terjamin setiap saat

- **Air Bersih dan Air Minum**

### Definisi Air Bersih

Menurut Permenkes RI No. 492/Menkes/PER/IX/2010, air yang digunakan untuk keperluan sehari-hari dan dapat diminum setelah dimasak

### Definisi Air Minum

Menurut Kepmenkes RI No. 907/MENKES/SK/VII/2002, air yang melalui proses pengolahan yang memenuhi syarat kesehatan (bakteriologis, kimiawi, radioaktif, dan fisik) dan dapat langsung diminum



- **Parameter Kualitas Air Minum Unit Clearator**

Kekeruhan (NTU)

pH

Zat Organik ( $\text{KMnO}_4$ )

- **Clarifier**

Menurut Reynolds (1996), dalam bangunan sedimentasi sendiri terdapat empat zona yaitu zona inlet sebagai tempat masuknya air baku pasca koagulasi-flokulasi. Dalam zona ini diharapkan terjadi transisi aliran yang stabil sehingga partikel dapat diproses dalam zona pengendapan.

Tujuan proses sedimentasi pada pengolahan air konvensional untuk mengurangi padatan yang terbawa setelah proses koagulasi dan flokulasi. Berikutnya adalah menghilangkan padatan berat yang terendapkan dari air baku sehingga menghilangkan kekeruhan dan mengurangi beban dalam proses selanjutnya. (AWWA, 1990)



# KONDISI EKSISTING PDAM NGAGEL I SURABAYA

Instalasi ini dibangun pada tahun 1922 dengan kapasitas 60 l/detik. Selanjutnya kapasitas ditingkatkan secara bertahap dan pada tahun 1998 menjadi  $\pm 1800$  l/detik. Kapasitas pengolahan Instalasi Ngagel I saat ini  $\pm 1300$  l/detik. Empat rumah pompa distribusi yang ada memompakan air ke pipa pipa outlet yang mendistribusikan air bersih ke daerah pinggiran kota sebelah timur, dan ke Reservoir Wonokitri



- **Clearator**

Clearator berbentuk tangki bundar berjumlah 4 buah dengan diameter masing - masing 20.5 m, kedalaman rata - rata 5 m, volume 1500 m<sup>3</sup> dan waktu tinggal 57 menit (sumber: Instalasi PDAM Ngagel I Surabaya). Bak Clearator mempunyai kapasitas masing-masing 450 l/det. Tube settler yang dipakai mempunyai panjang 60 cm dengan kemiringan 60<sup>0</sup> dan lebar 5 cm berbentuk segienam





- **Kriteria Desain Clearator**

Unit	Parameter	Kriteria	Sumber
Clearator	Overflowrate	24 - 550 $\text{m}^3/\text{m}^2/\text{hari}$	(Droste, 1997)
	Waktu Detensi	15 - 45 menit	(Droste, 1997)
	Gradien Kecepatan pada Flokulator	10 - 100 / detik	(Droste, 1997)
	Bilangan Reynold	$N_{re} = < 2000$	(Reynold, 1996)
	Solid Loading Rate	1,25 - 3,7 m/jam	(AWWA, 1998)

# METODE PENELITIAN

## Ide Tugas Akhir

Evaluasi Efisiensi Kinerja Unit Clearator Di  
Instalasi PDAM Ngagel I Surabaya

## Rumusan Masalah

## Studi Literatur

### Data Primer

- Kualitas air baku dan air produksi Instalasi PDAM Ngagel I
- Kualitas air minum (Kekeruhan, Zat Organik, pH) pada efluen unit Clearator instalasi PDAM Ngagel I

### Data Sekunder

- Kondisi eksisting Instalasi PDAM Ngagel I
- Kualitas kekeruhan air efluen unit Clearator
- Volume pembuangan lumpur otomatis Clearator
- Kinerja tube settler Clearator
- Pemeliharaan Clearator
- Analisa kerja Clearator





## **Analisa dan Pembahasan**

Evaluasi efisiensi kinerja unit Clearator meliputi: Kualitas kekeruhan air efluen Clearator, Volume pembuangan lumpur otomatis Clearator, Kinerja tube settler Clearator, Pemeliharaan unit Clearator, dan Analisa kinerja Clearator



## **Kesimpulan dan Saran**

# Outlet Clearator





# ANALISA DAN PEMBAHASAN

- **Analisa Data Primer**
- **Analisa Data Sekunder**
- **Volume Pembuangan Lumpur Otomatis Clearator**
- **Kinerja Tube Settler Clearator**
- **Pemeliharaan Unit Clearator**
- **Analisa Kinerja Clearator**

# Analisa Data Primer

## Kualitas Air Baku Harian Instalasi PDAM Ngagel I Bulan Oktober 2014

No	Parameter	Satuan	PP 82/2001	Minggu ke-1			
				1	2	3	4
1	Suhu	C	Suhu air normal		25.4	25.00	
2	Kekeruhan	NTU	-		66.4	54.40	
3	Warna	Pt-Co	-		242.7575	229.781	
4	SS	ppm	50		86	75	
5	pH		6-8.5		7.9	8.000	
6	Alkalinitas	ppm CaCO <sub>3</sub>	-		196.8	203.36	
7	CO <sub>2</sub> Bebas	ppm CO <sub>2</sub>	-		4.37	3.700	
8	DO	ppm O <sub>2</sub>	>4 (min 4)		4.64	4.33	
9	Nitrit	ppm NO <sub>2</sub>	nihil		0.089	0.115	
9	Amonia	ppm NH <sub>3</sub> -N	-		0.555025 6	0.577	
11	Tembaga	ppm Cu	0.02		1.619047 6	0.222	



## Kualitas Air Produksi Harian Instalasi PDAM Ngagel I Bulan Oktober 2014

No	Parameter	Satuan	Permenkes	Minggu ke-1						
				1	2	3	4	5	6	7
1.	Suhu	°C	suhu udara $\pm$ 3 °C		26.3	26.1			26.40	26.00
2.	Kekeruhan	skala NTU	5	1.12	1.48	1.41	2.95	1.5	2.12	1.95
4.	pH		6.5 - 8.5		7.20	7.30			6.80	6.85
5.	Alkalinitas	mg/lit CaCO <sub>3</sub>	-		164	150. 9			98.40	98.40
6.	CO <sub>2</sub> bebas	mg/lit CO <sub>2</sub>	-		20.5	13.7 2			8.950	8.950
7.	Zat Organik	mg/lit KMnO <sub>4</sub>	10		6.94	7.25			5.39	8.18
9.	Total Coli	JPT/100 ml	0		0	-			0	-
10.	Fecal Coli	JPT/100 ml	0		0	-			0	-
11.	Klorin bebas	mg/lit Cl <sub>2</sub>		0.45	0.49	0.38	0.25	0.34	0.45	0.39

- Analisa Data Primer**

## Kualitas Air Efluen Harian Clearator Instalasi PDAM Ngagel I Bulan Oktober 2014

No	Parameter	Satuan	Perm enkes	<i>Minggu ke-1</i>						
				1	2	3	4	5	6	7
1	Kekeruhan	skala NTU	5		38.1	65.1			2.93	7.21
2	pH		6.5 - 8.5		7.52	7.52			7.28	7.5
3	Zat Organik	mg/l KMnO <sub>4</sub>	10		0.29	3.10			2.80	14.70



• **Analisa Data Primer**

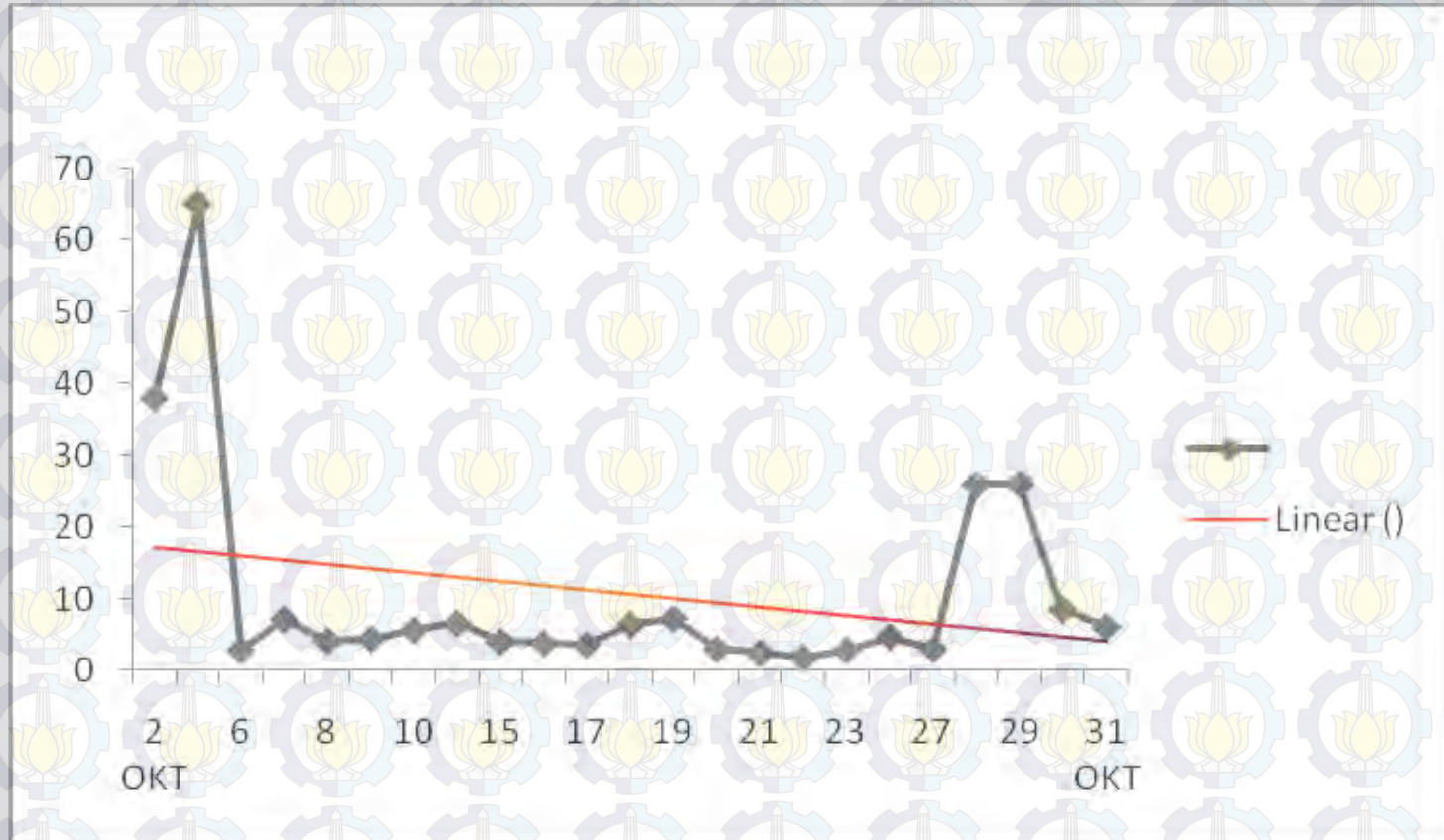
**Kualitas Air Efluen Harian Clearator Instalasi PDAM Ngagel I Bulan Oktober 2014**

Minggu ke-2							Minggu ke-3						
8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
4.20	4.51	5.71			6.68		4.1	3.9	3.7	6.5	7.3	3.1	2.5
7.2	7.48	7.43			7.59		7.4	7.5	7.59			7.61	7.65
5.86	4.40	5.71			3.40		4.10	3.50	3.60	3.40	13.20	7.20	2.50

Minggu ke-4							Minggu ke-5			
22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	
1.9	3.0	4.8			3.1	26.0	26.10	8.61	6.16	
7.5	7.5	7.5			7.5	7.5	7.5	7.51		
5.79	5.85	3.90			8.70			8.20	11.10	

# Analisa Data Sekunder

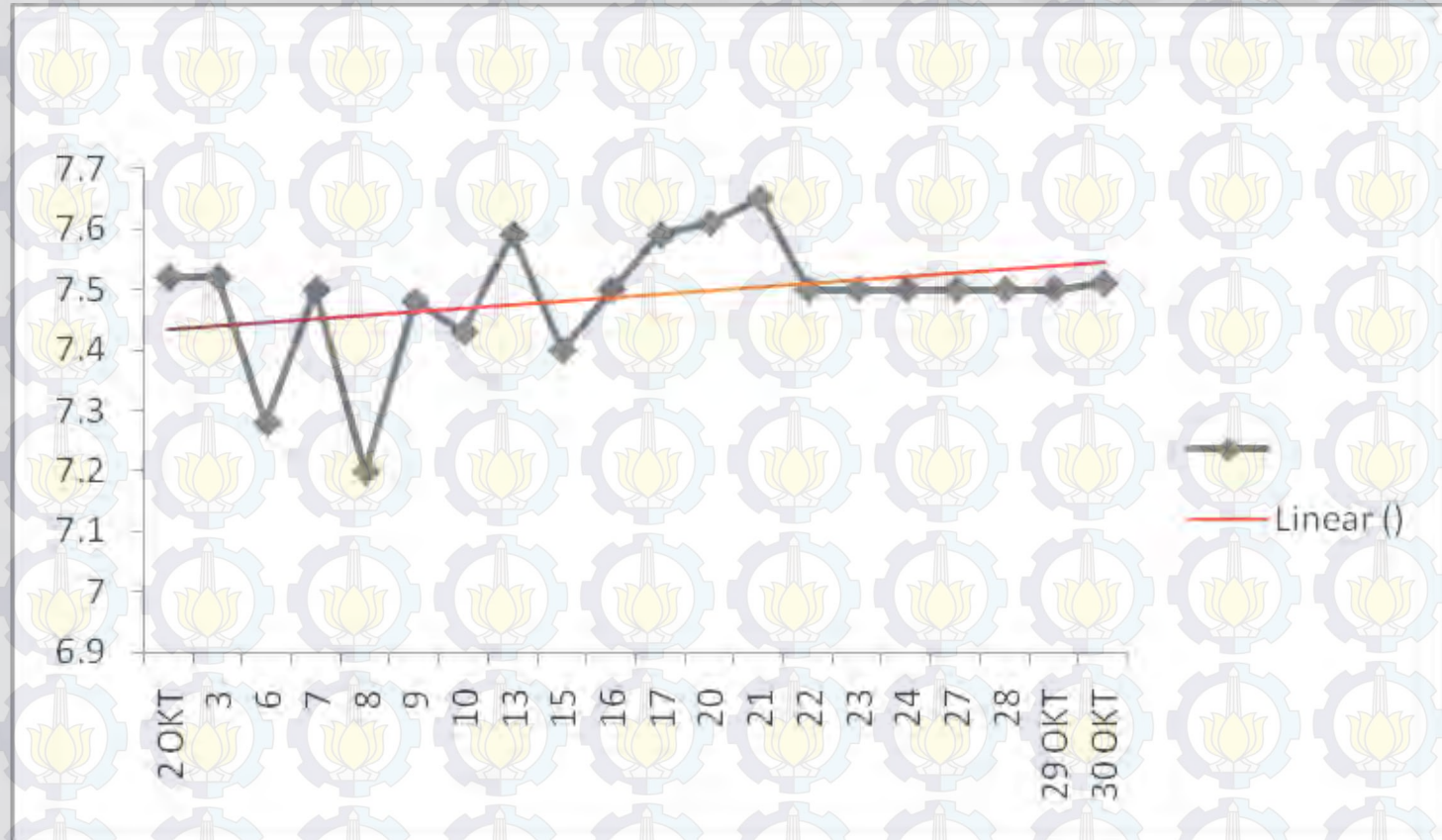
## GRAFIK KEKERUHAN CLEARATOR





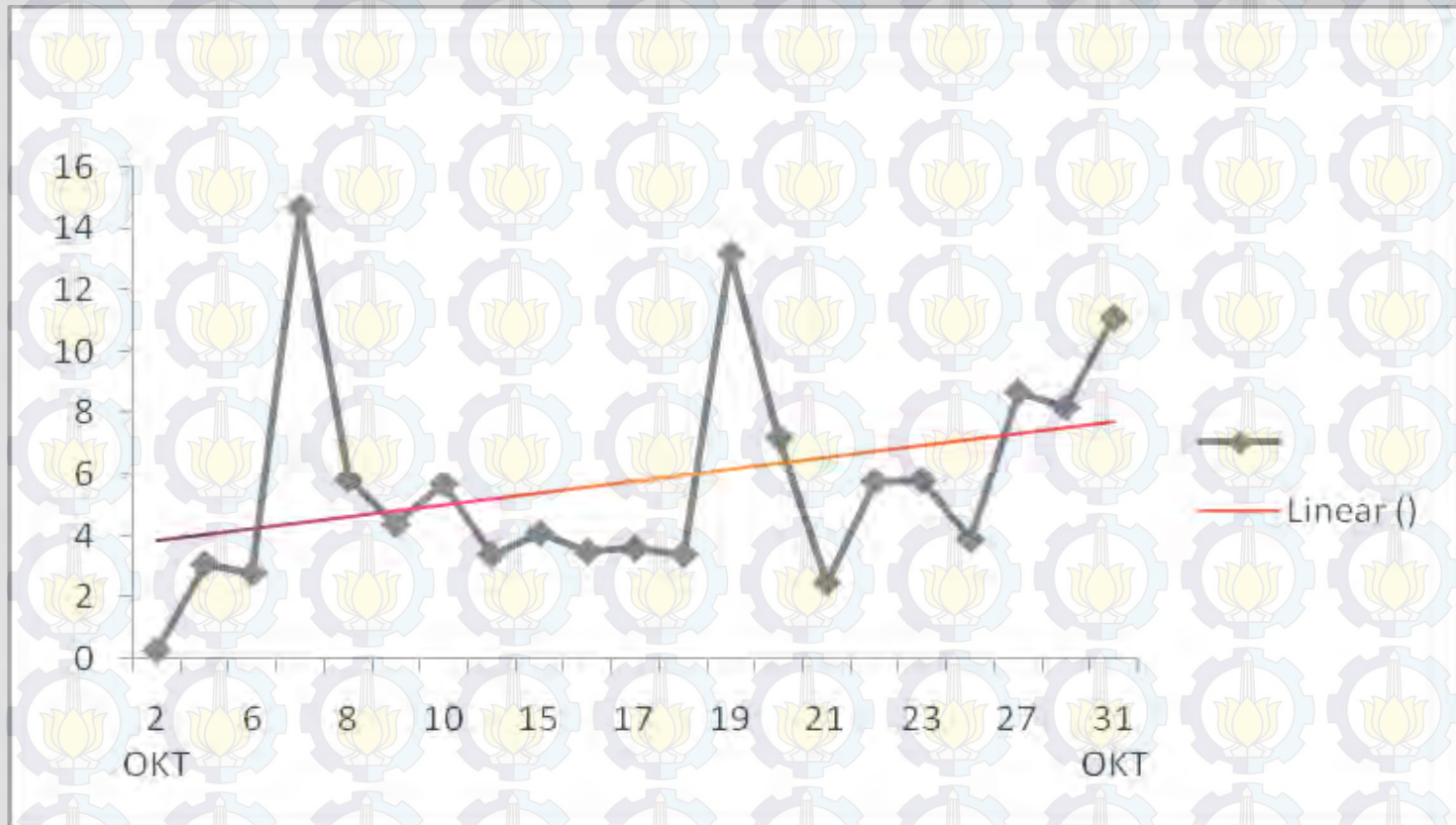
# Analisa Data Sekunder

## GRAFIK PH CLEARATOR



# Analisa Data Sekunder

## GRAFIK ZAT ORGANIK CLEARATOR





Dari Grafik didapatkan untuk parameter kekeruhan, menunjukkan penurunan kekeruhan dari Clearator. Dari Grafik didapatkan untuk parameter pH Clearator ada dalam posisi di atas, menunjukkan air baku pada efluen Clearator dalam kondisi basa, nilai pH dalam kisaran  $>7$ . Dari Grafik didapatkan untuk parameter Zat Organik, menunjukkan kenaikan Zat Organik dari Clearator.

- **Volume Pembuangan Lumpur Otomatis Clearator**

Pembuangan lumpur dengan menggunakan pipa sludge drain dengan sistem pembuangan otomatis dengan waktu pembuangan lumpur masing-masing titik selama 1.5 menit dan waktu pergantian pembuangan lumpur dari titik yang satu ke yang lainnya selama 5 menit. Dalam satu unit Clearator jumlah pipa pembuang 16 buah dengan pipa yang berukuran diameter 250 mm sebanyak 4 buah dan pipa yang berukuran 150 mm sebanyak 12 buah. Pembuangan dari flokulasi = 6 l/dt. Pembukaan valve pada pembuangan lumpur dibantu dengan udara dan menggunakan alat pembuka valve yang disebut solenoid.

**Volume pembuangan lumpur**

$$\begin{aligned} &= \frac{(\text{ukuran diameter pipa } 250 + 150) \times (\text{waktu pembuangan lumpur } 1.5 + 5)}{\text{jumlah pipa pembuangan lumpur satu unit clearator}} \\ &= 400 \times 6.5 \\ &= \frac{16}{16} \\ &= 162.5 \text{ m}^3 \text{ (satu unit clearator)} \end{aligned}$$



# Pipa Pembuangan Lumpur Otomatis





# Pipa Pembuangan Lumpur Otomatis

## Diameter 150 mm





# Pipa Pembuangan Lumpur Otomatis

## Diameter 250 mm





# Solenoid Pembuangan Lumpur Otomatis





- **Kinerja Tube Settler Clearator**

Bentuk tube settler yang bisa digunakan segi enam. Tabung pengendap menggunakan beberapa saluran tubular miring pada sudut  $60^\circ$ . Tube settler berfungsi untuk meningkatkan efisiensi pengendapan dari bangunan Clearator. Untuk memperbaiki kinerja dari bak sedimentasi dapat digunakan tube settler ataupun plate settler. Tube settler tersedia dalam 2 konfigurasi dasar, yaitu horizontal tubes dan steeply inclined. Horizontal tubes dioperasikan dalam sambungan dengan unit filtrasi yang mengikuti unit sedimentasi. Tube tersebut akan terisi zat padat dan dibersihkan dengan backwash dari filter. Horizontal tubes settlers digunakan pada instalasi dengan kapasitas kecil ( $3,785 \text{ m}^3/\text{hari}$ ). Steeply inclined tube settlers membersihkan lumpur secara kontinu melalui pola aliran yang dibuat.



# Tube Settler





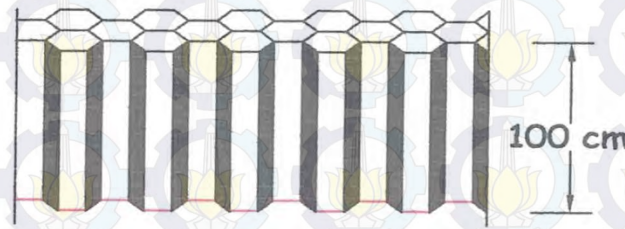
# Detail Tube Settler



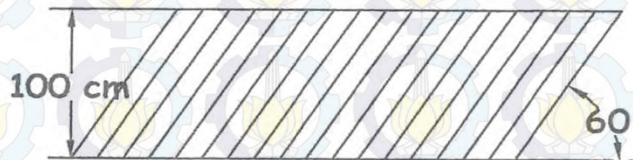
TUBE SETTLER TAMPAK SAMPING



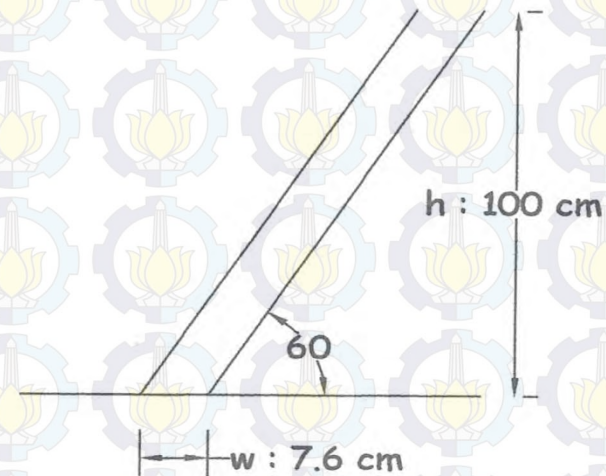
PENYUSUNAN TUBE SETTLER TAMPAK ATAS



DETAIL PENYUSUNAN TUBE SETTLER SATU MODULE



DETAIL PENEMPATAN TUBE SETTLER



TUBE SETTLER

# Pemeliharaan Unit Clearator

- Pengelolaan kondisi permukaan kolam
- Pengelolaan Lumpur
  - Memeriksa ketebalan lumpur
  - Menguras kolam
  - Memindahkan lumpur
  - Membuang lumpur
  - Mengisi kolam
- Pengelolaan Peralatan
- Pemeliharaan Rutin
- Pengurasan Lumpur
- Pembuangan Lumpur
- Kebersihan Lingkungan
- Pemeliharaan Peralatan
  - Inspeksi Harian,
  - Inspeksi Periodik

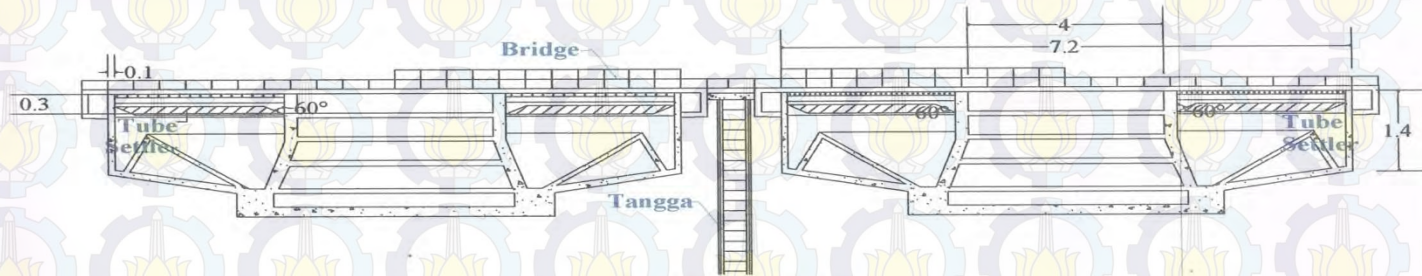


## Analisa Kinerja Clearator

Bangunan Clearator merupakan modifikasi dari bangunan bak koagulasi/flokulasi sedimentasi dengan menggunakan tube settler. Proses flokulasi dapat ditempuh karena air baku telah mengalami proses pengadukan cepat di aerator. Untuk efisiensi pengendapan clearator dilengkapi dengan tube settler. Flokulator dibangun sebagai bidang dalam clearator, dengan diameter yang membesar pada bagian bawah

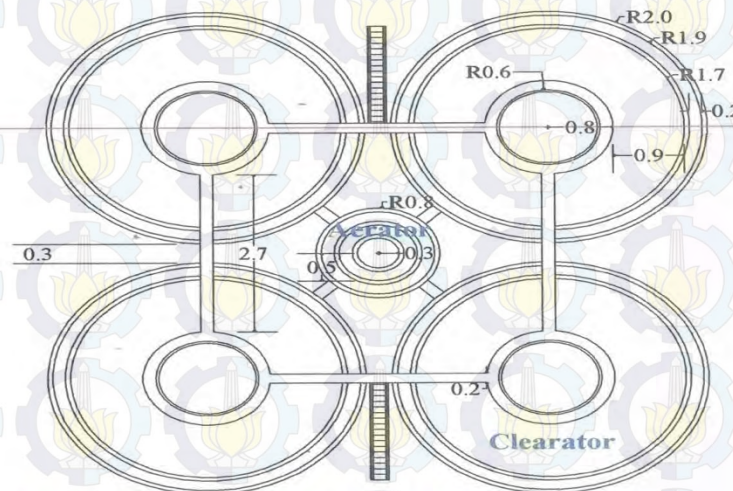


# Sketsa Clearator



**POTONGAN A-A**

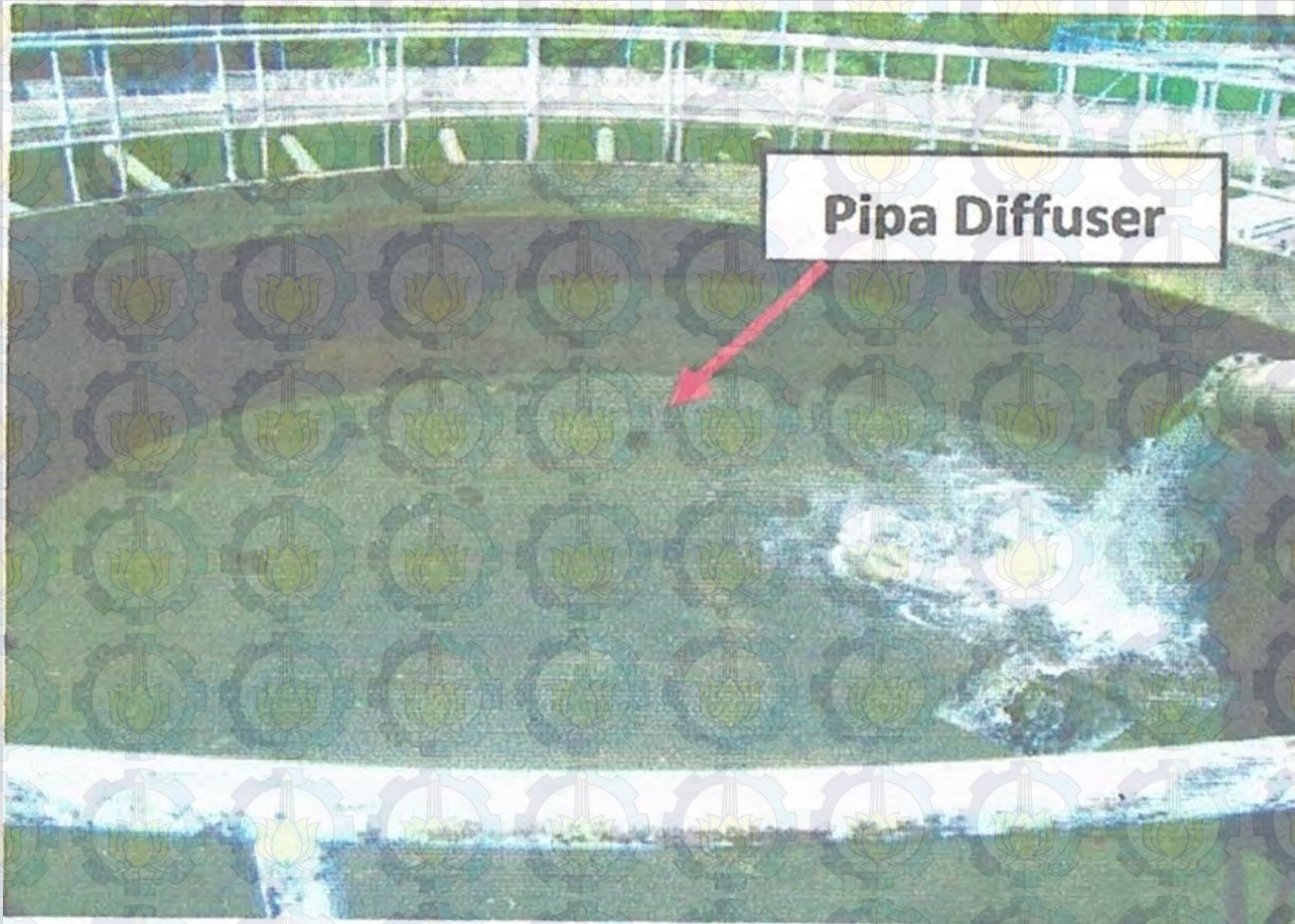
**SKALA 1 : 200**



**LAYOUT CLEARATOR DAN AERATOR**



# Ruang Flokulasi Clearator





# Parameter kinerja yang dikaji untuk mengetahui efisiensi kinerja Clearator adalah:

- Efisiensi Removal
- Overflow Rate dan Dimensi Clearator
- Waktu Detensi
- Gradien Kecepatan pada Flokulator
- Bilangan Reynold
- Solid Loading Rate



# KESIMPULAN

- Hasil evaluasi efisiensi kinerja unit Clearator menghasilkan evaluasi sebagai berikut:
1. Pada unit Clearator parameter kinerja OFR (Over Flow Rate) belum memenuhi kriteria desain yaitu  $17.78 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{hari}$
  2. Kinerja waktu detensi juga belum memenuhi kriteria desain yaitu 50.27 menit
  3. Gradien kecepatan flokulator pada kompartemen I belum memenuhi kriteria desain yaitu 642.49 l/detik
  4. Kompartemen II, III, kompartemen upflow memenuhi kriteria desain yaitu 81.75/detik, 65.49 l/detik, dan 9.85/detik, pada bilangan reynold belum memenuhi kriteria desain yaitu  $N_{re}=218.83$ , pada solid loading rate juga belum memenuhi kriteria desain yaitu 5.78 m/jam

# SARAN

- Untuk evaluasi kinerja Clearator maka hasil penelitian dapat digunakan sebagai data dasar. Perhitungan disesuaikan dengan kapasitas dan debit serta kondisi lapangan pada unit Clearator
- Perlu diberi atap pada unit Clearator karena tumbuhan algae banyak yang tumbuh sehingga mempengaruhi proses klarifikasi
- Mengoperasikan kembali sistem pengurasan lumpur otomatis



# DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 2002. Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No. 907/MENKES/SK/VII/2002 tentang Syarat-Syarat dan Pengawasan Kualitas Air Minum.
- AWWA & ASCE. 1969 **Water Treatment Plant Design**. Denver : American Water Work Association inc.
- Degremont. 1979. **Water Treatment Plant Handbook sixth edition**. France : Lavoiser Publishing.
- Droste RL, 1997. **Theory And Practice Of Water And Wastewater Treatment**. John Wiley & Sons, Inc. New York USA.
- Fair, Geyer, Yc Okun DA. 1971. **Water and Wastewater Engineering, Vol. II**. John Wiley and Sons.
- Reynolds, Tom D & Paul A Richards. 1995. **Unit Operations and Processes in Enviromental Engineering**. Boston, USA : International Thomson Publishing